

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-296821

(43)Date of publication of application : 29.10.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

G11B 5/02

(21)Application number : 10-093382

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 06.04.1998

(72)Inventor : NAKATANI RYOICHI

SHIMIZU NOBORU

MARUYAMA YOJI

SATO TOSHIHIKO

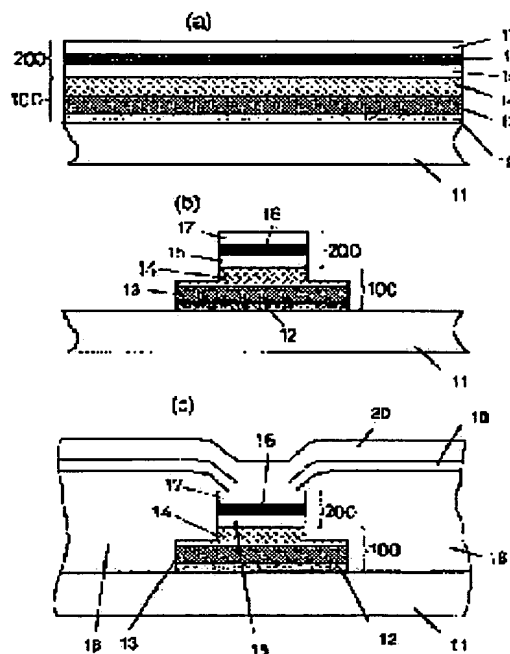
(54) MAGNETORESISTANCE ELEMENT, MAGNETIC HEAD, MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING DEVICE, AND PRODUCTION OF MAGNETORESISTANCE ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a high-performance magnetoresistance element by using a multilayered film which exhibits a magnetic tunneling phenomenon.

SOLUTION: A lower electrode 100 is formed of a laminate composed of a layer 14 consisting of IVA, Va metals of the periodic table and a layer 13 consisting of Au or Cu.

Multilayered films 200 exhibiting a magneto-resistance effect are formed on this lower electrode 100. The IVA, Va metallic layer 14 in the lower electrode is not completely removed at the time of processing the multilayered films and the lower electrode by a photolithography stage. The state that the lower electrode 100 is held covered by the IVA, Va metallic layer 14 is thus maintained. When an insulator 18 is formed thereon, the insulator eventually comes into contact with the IVA, Va metallic layer 14 and, therefore, peeling does not occur any more even when the Au layer 13 is used for part of the electrode. The reaction of the Cu layer with resist may be prevented even when the Cu layer (13) is used.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.04.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3016555

[Date of registration]

24.12.1999

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 2 9 6 8 2 1

(43) 公開日 平成 11 年 (1999) 10 月 29 日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> 識別記号 F I  
G 1 1 B 5/39 G 1 1 B 5/39  
5/02 5/02 W

審査請求 有 請求項の数 1 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平 10-93382

(22) 出願日 平成 10 年 (1998) 4 月 6 日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 中谷 亮一

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 清水 昇

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 丸山 洋治

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 平木 祐輔

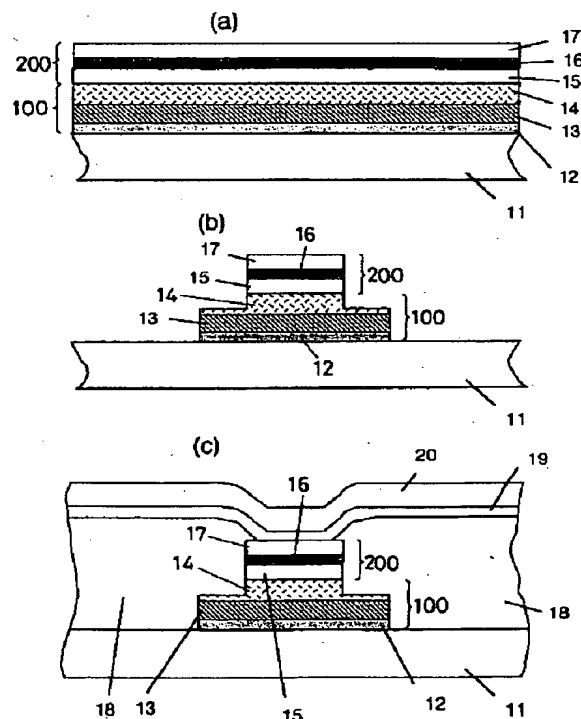
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子、磁気ヘッド、磁気記録再生装置および磁気抵抗効果素子の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 磁気トンネリング現象を示す多層膜を用いて高性能の磁気抵抗効果素子を作成する。

【解決手段】 下部電極 100 を周期律表の IVa、V a 金属からなる層 1 4 と Au あるいは Cu からなる層 1 3 との積層体とする。下部電極 100 の上に磁気抵抗効果を示す多層膜 200 を形成し、フォトリソグラフィ工程により多層膜と下部電極を加工する際、下部電極における IVa、V a 金属層を完全には除去せず、下部電極が IV a、V a 金属層 1 4 に被われている状態を保つ。この上に絶縁体 1 8 を形成すると、絶縁体は IVa、V a 金属層 1 4 と接触することになるため、電極の一部に Au 層 1 3 を用いた場合にも剥離は生じなくなり、Cu 層 (1 3) を用いた場合においても、Cu 層とレジストとの反応を防ぐことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜が形成されている磁気抵抗効果素子において、前記電極は周期律表の IVa、Va 金属からなる層と Au あるいは Cu からなる層とを含む積層体であり、前記 IVa、Va 金属層は前記多層膜に接触していることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 2】 下部電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜と絶縁体とが形成されている磁気抵抗効果素子において、前記下部電極は周期律表の IVa、Va 金属からなる層と Au あるいは Cu からなる層とを含む積層体であり、前記多層膜および前記絶縁体の上に上部電極が形成され、前記下部電極上の前記多層膜と絶縁体とは前記 IVa、Va 金属層に接触していることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の磁気抵抗効果素子において、前記 Au あるいは Cu からなる層と基板との間に、前記基板との接着性を向上する金属層が設けられていることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 4】 請求項 3 記載の磁気抵抗効果素子において、前記基板との接着性を向上する金属層は Cr 層であることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれか 1 項記載の磁気抵抗効果素子において、前記多層膜は磁性層、絶縁層、磁性層の順に積層されている積層体を含むことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 6】 請求項 1～4 のいずれか 1 項記載の磁気抵抗効果素子において、前記多層膜は磁性層、絶縁層、磁性層、反強磁性層の順に積層されている積層体を含むことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 7】 請求項 1～4 のいずれか 1 項記載の磁気抵抗効果素子において、前記多層膜は磁性層、絶縁層中に磁性粒子を分散した層、磁性層の順に積層されている積層体を含むことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 8】 請求項 1～7 のいずれか 1 項記載の磁気抵抗効果素子を備えることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 9】 請求項 1～7 のいずれか 1 項記載の磁気抵抗効果素子と誘導型磁気ヘッドとを組み合わせたことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 10】 磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を回転駆動する磁気記録媒体駆動部と、磁気記録媒体に対して記録／再生を行う磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを前記磁気記録媒体に対して相対的に駆動する磁気ヘッド駆動部と、前記磁気ヘッドの記録信号および再生信号を処理する記録再生信号処理系とを備える磁気記録再生装置において、前記磁気ヘッドとして請求項 8 又は 9 記載の磁気ヘッドを用いたことを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 11】 電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜と絶縁体とが形成されている磁気抵抗効果素子の製造方法

において、

周期律表の IVa、Va 金属からなる層とその上に形成された Au あるいは Cu からなる層とを含む積層体からなる電極を形成する第 1 ステップと、

前記電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜を形成する第 2 ステップと、

前記電極の IVa、Va 金属層を残して前記多層膜を所望の形状に加工する第 3 ステップと、

前記電極上に絶縁体を形成する第 4 ステップとを含むことを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高い感度を有する磁気抵抗効果素子、磁気ヘッド、磁気記録再生装置および磁気抵抗効果素子の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】磁気記録の高密度化に伴い、将来の再生用磁気ヘッドとして、Julliere による Physics Letters, 54A 巻 (1975 年)、3 号、225 ページの "Tunneling between Ferromagnetic Films" に記載の磁気トンネリング現象を示す多層膜の磁気抵抗効果型ヘッドへの応用が検討されつつある。この多層膜は、磁性層、絶縁層、磁性層の順に積層されている積層体からなり、一方の磁性層から出て、絶縁層をトンネルした電子がもう一方の磁性層に入る時、2 層の磁性層の磁化の向きに依存したトンネル確率の変化を示す。このトンネル確率の変化が磁気抵抗効果として観測される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述のような磁気トンネリング現象を示す多層膜を磁気抵抗効果素子に用いるためには、2 層の磁性層にそれぞれ独立に電極を接触させる必要がある。このため、多層膜は電極上に形成される。多層膜の下に形成される電極を下部電極とする。多層膜の上に形成される上部電極と、上記下部電極とが直接接触しないように、下部電極上の多層膜のない部分には酸化物からなる絶縁体を形成する。下部電極材料としては、電気抵抗率の低い Au、Cu が好ましい。しかし、下部電極材料として Au を用いると、絶縁体と Au との接着力が弱いので、Au からなる下部電極から絶縁体が剥離するという問題があった。また、下部電極材料として Cu を用いると、磁気抵抗効果素子を形成するフォトリソグラフィ工程においてレジスト材料と Cu が反応するという問題があった。

【0004】本発明は、電極上に磁気トンネリング現象を示す多層膜を形成するに当たっての問題点を検討する過程でなされたものであり、電極と絶縁体の剥離の問題、および電極とレジストの反応の問題を同時に解決して高性能の磁気抵抗効果素子、磁気ヘッド、磁気記録再生装置を得ることを目的とする。また、本発明は、高性能の磁気抵抗効果素子の製造方法を提供することを目的

とする。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、電極上に磁気トンネリング現象を示す多層膜を形成した磁気抵抗効果素子について鋭意研究を重ねた結果、下部電極を周期律表のIVa、Va金属からなる層とAuあるいはCuからなる層の積層体とし、上記IVa、Va金属層を多層膜に接触させる構造を採用することで、下部電極と絶縁体との剥離を防ぐとともに下部電極とレジストとの反応を防ぐことができることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0006】すなわち、本発明は、電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜が形成されている磁気抵抗効果素子において、電極は周期律表のIVa、Va金属からなる層とAuあるいはCuからなる層とを含む積層体であり、IVa、Va金属層は多層膜に接触していることを特徴とする。IVa、Va金属からなる層は、IVa金属(Ti, Zr, Hf)の単独層あるいはVa金属(V, Nb, Ta)の単独層であってもよいし、IVa金属とVa金属との相互の合金であってもよい。

【0007】また、本発明は、下部電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜と絶縁体とが形成されている磁気抵抗効果素子において、下部電極は周期律表のIVa、Va金属からなる層とAuあるいはCuからなる層とを含む積層体であり、多層膜および絶縁体の上に上部電極が形成され、下部電極上の多層膜と絶縁体とはIVa、Va金属層に接触していることを特徴とする。

【0008】AuあるいはCuからなる層と基板との間には、Cr層、Ti層、Mo層など、基板との接着性を向上する金属層が設けられていることが好ましい。多層膜は、磁気トンネリング効果によって磁気抵抗効果を示す多層膜とすることができる。具体的には、磁性層、絶縁層、磁性層の順に積層されている積層体を含む多層膜、磁性層、絶縁層、磁性層、反強磁性層の順に積層されている積層体を含む多層膜、あるいは磁性層、絶縁層中に磁性粒子を分散した層、磁性層の順に積層されている積層体を含む多層膜を用いることができる。

【0009】本発明による磁気抵抗効果素子は磁気記録再生装置用の磁気ヘッドに用いるのに好適であり、特に誘導型磁気ヘッドとを組み合わせる複合型ヘッドを構成するのに好適である。すなわち、本発明による磁気記録再生装置は、磁気記録媒体と、磁気記録媒体を回転駆動する磁気記録媒体駆動部と、磁気記録媒体に対して記録／再生を行う磁気ヘッドと、磁気ヘッドを磁気記録媒体に対して相対的に駆動する磁気ヘッド駆動部と、磁気ヘッドの記録信号および再生信号を処理する記録再生信号処理系とを備える磁気記録再生装置において、磁気ヘッドとして本発明による磁気抵抗効果素子を組み込んだ前述の磁気ヘッドを用いたことを特徴とする。

【0010】更に、本発明は、電極上に磁気抵抗効果を

示す多層膜と絶縁体とが形成されている磁気抵抗効果素子の製造方法において、周期律表のIVa、Va金属からなる層とその上に形成されたAuあるいはCuからなる層を含む積層体からなる電極を形成する第1ステップと、電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜を形成する第2ステップと、電極のIVa、Va金属層を残して多層膜を所望の形状に加工する第3ステップと、電極上に絶縁体を形成する第4ステップとを含むことを特徴とする。

【0011】以上のように、本発明では、下部電極を周期律表のIVa、Va金属からなる層とAuあるいはCuからなる層とを含む積層体とする。この下部電極の表面は、周期律表のIVa、Va金属からなる層で被われていることになる。この下部電極の上に磁気抵抗効果を示す多層膜を形成し、フォトリソグラフィ工程により多層膜および下部電極を加工する。この際、下部電極におけるIVa、Va金属層を完全には除去せず、下部電極がIVa、Va金属層に被われている状態を保つ。この上に絶縁体を形成すると、絶縁体はIVa、Va金属層と接触することになる。従って、電極の一部にAu層を用いた場合にも電極と絶縁体の剥離は生じなくなる。また、電極の一部にCu層を用いた場合においても、Cu層とレジストとの反応を防ぐことができる。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【実施例1】図1は、本発明による磁気抵抗効果素子の製造工程を説明する略断面図である。図1(a)は下部電極および磁気抵抗効果を示す多層膜の形成工程を、図1(b)は多層膜および下部電極の加工工程を、図1(c)は絶縁体および上部電極の形成工程を示す。

【0013】まず、図1(a)に示すように、基板11上に、接着性向上層12、第1金属層13、第2金属層14の順に下部電極100の材料層を形成し、更にその上に、磁性層15、絶縁層16、磁性層17の順に成膜して多層膜200を形成した。基板11には、Si(100)単結晶、接着性向上層12には厚さ5nmのCr層、第1金属層13には厚さ70nmのAu層を用い、第2金属層14には厚さ25nmのZr層を用いた。また、磁性層15として厚さ7nmのNi-20at%Fe合金層、絶縁層16として厚さ1.5nmのZrO<sub>2</sub>層、磁性層17として厚さ12nmのCo-20at%Pt層を用いた。これらの層の形成にはイオンビームスパッタリング装置を用いた。

【0014】次に、図1(b)に示すように、フォトリソグラフィ工程により、多層膜200および下部電極100を加工した。多層膜200の加工の際には、第2金属層14を残し、下部電極100の表面は全てZr層14で被われている状態を保った。さらに、図1(c)に示すように、リフトオフ法により、多層膜200の部分のみ穴のあいたSiO<sub>2</sub>からなる絶縁体18を形成し、

さらに接着性向上層19、第3金属層20を形成した。本実施例では、接着性向上層19として厚さ5nmのCr層、第3金属層20として厚さ70nmのAu層を用いた。続いて、フォトリソグラフィ工程により、接着性向上層19、第3金属層20を上部電極形状に加工した。

【0015】上述の工程により作製した磁気抵抗効果素子では、下部電極100と絶縁体18の剥離は生じなかった。これは、絶縁体18と接する下部電極100の表面が全てZr層14で被われているためである。この磁気抵抗効果素子の磁気抵抗変化率は、20%であった。また、第1金属層13として厚さ70nmのCu層を用いた場合にも、Cu層とレジストとの反応を防ぐことができ、20%の磁気抵抗変化率を示す磁気抵抗効果素子を得ることができた。更に、第2金属層14として、他のIVa、Va金属層を用いた場合にも、上述の結果と同様の結果が得られた。

【0016】本発明では、第2金属層14として、IVa、Va金属からなる層を用いた。これは、IVa、Va金属層上にNi-Fe層のような面心立方構造を有する軟磁性層を形成すると、軟磁性層が強い(111)配向となり、優れた軟磁気特性を示すためである。本実施例では、磁気抵抗効果を示す多層膜として、磁性層/絶縁層/磁性層の構造を有する材料を用いたが、本発明は他の多層膜に対しても同様の効果を生じる。本発明を適用することのできる他の多層膜の代表的な例を図3および図4に示す。

【0017】図3に示されている多層膜は、磁性層31、絶縁層32、磁性層33、反強磁性層34の順に積層されている多層膜である。図3の多層膜において、磁性層31、33として厚さ10nmのNi-Fe系合金を用い、反強磁性層34として厚さ15nmのMn-Ir合金などのMn系合金を用いる場合には、絶縁層32を基板側の磁性層31に接する第1の絶縁層と他方の磁性層33に接する厚さ0.5~1.0nmの第2の絶縁層との積層構造とし、第2の絶縁層をNiO、CoO、TiO<sub>2</sub>など3d遷移金属の酸化物とするのが高い磁気抵抗変化率を達成する上で効果的である。絶縁層をこのような2層構造とすることにより、Mn系合金層が面心立方構造を有して室温で反強磁性を示すようになるからである。第1の絶縁層としては、厚さ0.5~1.0nmのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>などを用いることができる。

【0018】図4に示す多層膜は、磁性層41、絶縁層中に磁性粒子を分散した層42、磁性層43の順に積層した多層膜である。磁性層41、43は例えば厚さ10nmのNi-Fe系合金、Co-Fe系合金とすることができ、層42の絶縁層は例えばSiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>とすることができる。絶縁層中に分散させる磁性粒子は、例えば直径5~10nmのCoやCo系合金とすることができる。一つの具体例をあげると、磁性層41、43と

して、膜厚10nmのNi-20at%Fe合金を用いた。また、絶縁層中に磁性粒子を分散させた層42としては、SiO<sub>2</sub>中にCo-20at%Ptからなる磁性粒子が分散した層を用いた。層42は、SiO<sub>2</sub>板にCoチップとPtチップを貼り付けたターゲットを用いて、イオンビームスパッタリングにより形成した。磁性粒子の直径は5~10nm、層42の膜厚は15nmである。

【0019】磁性層41、43の磁化方向は媒体からの漏洩磁界に追従して変化するが、絶縁層中に分散させた磁性粒子の巨視的な磁化状態は変化しない。そして、磁性層41、43の磁化の向きが、絶縁層中に磁性粒子を分散させた層42の巨視的な磁化の向きと平行になったとき多層膜の電気抵抗率は極小になり、磁性層41、43の磁化の向きが、絶縁層中に磁性粒子を分散させた層42の巨視的な磁化の向きと反平行になったとき多層膜の電気抵抗率は極大になる。

【比較例】上述の本発明に対し、比較例の磁気抵抗効果素子を作製した。図2は、この比較例の磁気抵抗効果素子の製造工程を説明する略断面図である。図2(a)は下部電極および磁気抵抗効果を示す多層膜の形成工程を、図2(b)は多層膜および下部電極の加工工程を、図2(c)は絶縁体および上部電極の形成工程を示す。

【0020】この比較例では、図2(a)に示すように、基板21上に、接着性向上層22、第1金属層23の順に下部電極300の材料層を形成し、さらに、磁性層25、絶縁層26、磁性層27の順に成膜して多層膜400を形成した。基板21にはSi(100)単結晶を、接着性向上層22には厚さ5nmのCr層を、第1金属層23には厚さ70nmのAu層を用いた。また、磁性層25として厚さ7nmのNi-20at%Fe合金層を、絶縁層26として厚さ1.5nmのZrO<sub>2</sub>層を、磁性層27として厚さ12nmのCo-20at%Pt層を用いた。これらの層の形成にはイオンビームスパッタリング装置を用いた。

【0021】次に、図2(b)に示すように、フォトリソグラフィ工程により、多層膜400および下部電極300を所定形状に加工した。また、更に、図2(c)に示すように、リフトオフ法により、多層膜400の部分のみ穴のあいたSiO<sub>2</sub>からなる絶縁体28を形成し、さらに接着性向上層29、第3金属層30を形成した。本比較例では、接着性向上層29として厚さ5nmのCr層を、第3金属層30として厚さ70nmのAu層を用いた。その後、フォトリソグラフィ工程により、接着性向上層29、第3金属層30を上部電極形状に加工した。

【0022】上述の工程により作製した磁気抵抗効果素子では、下部電極300と絶縁体28の剥離が生じ、このため、磁気抵抗変化率の測定を行うことができなかった。剥離の原因は、Au層23の上に絶縁体28を形成

したためである。また、第1金属層23に、厚さ70nmのCu層を用いた場合には、Cu層とレジストとの反応が生じた。この反応のため、下部電極の電気抵抗率が増加し、磁気抵抗効果素子の磁気抵抗変化率は17%に低下した。

【実施例2】実施例1で述べた本発明による磁気抵抗効果素子を用い、磁気ヘッドを作製した。この場合、図1における絶縁体18の穴は、5μm×5μmの正方形である。磁気ヘッドの構造を以下に示す。図5は、記録再生分離型ヘッドの一部分を切断した場合の斜視図である。磁気抵抗効果素子51をシールド層52、53で挟んだ部分が再生ヘッドとして働き、コイル54を挟む下部磁極55、上部磁極56の部分が記録ヘッドとして働く。

【0023】以下に、この磁気ヘッドの作製方法を説明する。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiCを主成分とする焼結体をスライド用の基板57とした。シールド層、記録磁極にはスパッタリング法で形成したNi-Fe合金を用いた。上下のシールド層52、53の厚さは1.0μm、下部磁極55、上部磁極56の厚さは3.0μmとした。各層間のギャップ材としてはスパッタリングで形成したAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用いた。ギャップ層の膜厚は、シールド層と磁気抵抗効果素子間で0.2μm、記録磁極間では0.4μmとした。さらに再生ヘッドと記録ヘッドの間隔は約4μmとし、このギャップもAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で形成した。コイル54には膜厚3μmのCuを使用した。

【0024】上記磁気ヘッドを用いて磁気記録再生装置を作製した。装置の構造を図6に示す。この磁気記録再生装置は、図6(a)に概略平面図を、図6(b)にそのAA'断面図を示すように、磁気記録媒体駆動部62により回転駆動される磁気記録媒体61、磁気ヘッド駆動部64により保持されて磁気記録媒体61に対して記録および再生を行う磁気ヘッド63、磁気ヘッド63の記録信号および再生信号を処理する記録再生信号処理系65を備える周知の構成の装置である。磁気記録媒体61には、残留磁束密度0.75TのCo-Ni-Pt-Ta系合金からなる材料を用いた。磁気ヘッド63のトラック幅は5μmとした。

【0025】本発明の構造の磁気抵抗効果素子を用いた磁気記録再生装置では、高い出力の再生信号が観測された。これに対し、比較例の磁気抵抗効果素子は、低い磁気抵抗変化率を示すため、再生出力が低いか、あるいは絶縁体と電極との剥離により磁気記録再生装置を構成できなかった。

## 【0026】

【発明の効果】本発明によると、磁気トンネリング現象を示す多層膜を磁気抵抗効果素子に用いる時、下部電極を周期律表のIVa、Va金属からなる層とAuあるいはCuからなる層を含む積層体とし、IVa、Va金属層を多層膜に接触させることにより、下部電極と絶縁体との剥離および、下部電極とレジストとの反応を防ぐことができる。

## 【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明による磁気抵抗効果素子の製造工程を示す略断面図。

【図2】比較例の磁気抵抗効果素子の製造工程を示す略断面図。

【図3】本発明の磁気抵抗効果素子に用いることのできる他の多層膜の断面模式図。

【図4】本発明の磁気抵抗効果素子に用いることのできる他の多層膜の断面模式図。

【図5】磁気ヘッドの構造を示す斜視図。

【図6】磁気記録再生装置の構造を示す概略図。

20 【符号の説明】

11, 21…基板

12, 19, 22, 29…接着性向上層

13, 23…第1金属層

14…第2金属層

15, 17, 25, 27, 31, 33, 41, 43…磁性層

16, 26, 32…絶縁層

18, 28…絶縁体

20, 30…第3金属層

30 34…反強磁性層

42…絶縁層中に磁性粒子を分散した層

51…磁気抵抗効果素子

52, 53…シールド層

54…コイル

55…下部磁極

56…上部磁極

57…基板

61…磁気記録媒体

62…磁気記録媒体駆動部

40 63…磁気ヘッド

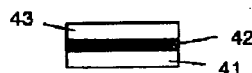
64…磁気ヘッド駆動部

65…記録再生信号処理系

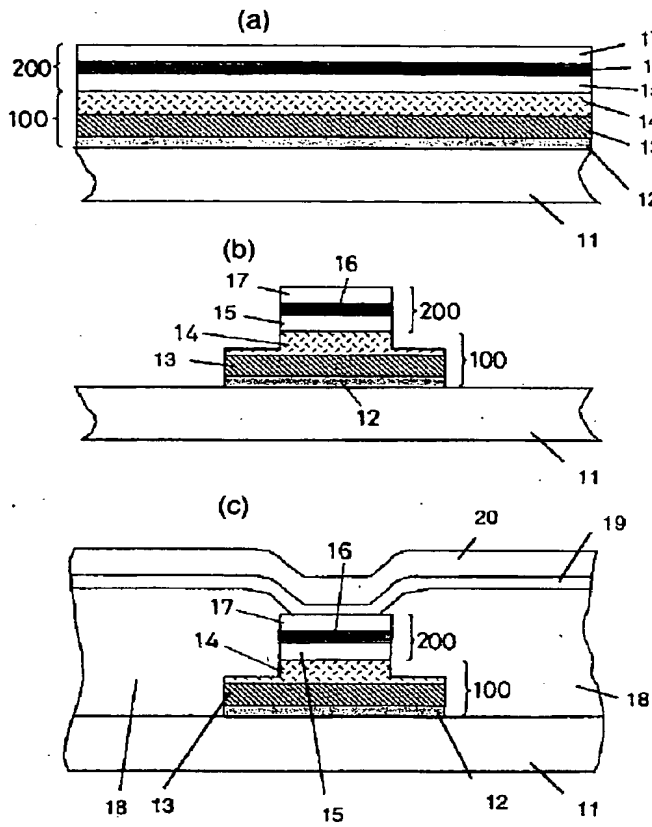
100, 300…下部電極

200, 400…多層膜

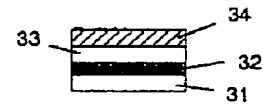
【図4】



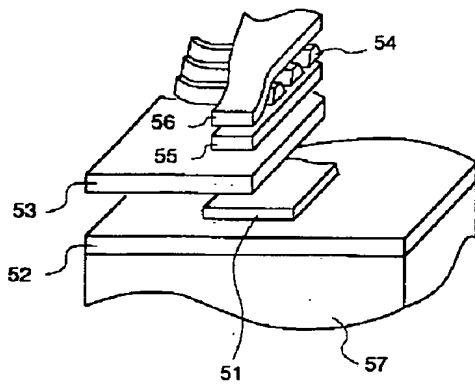
【図1】



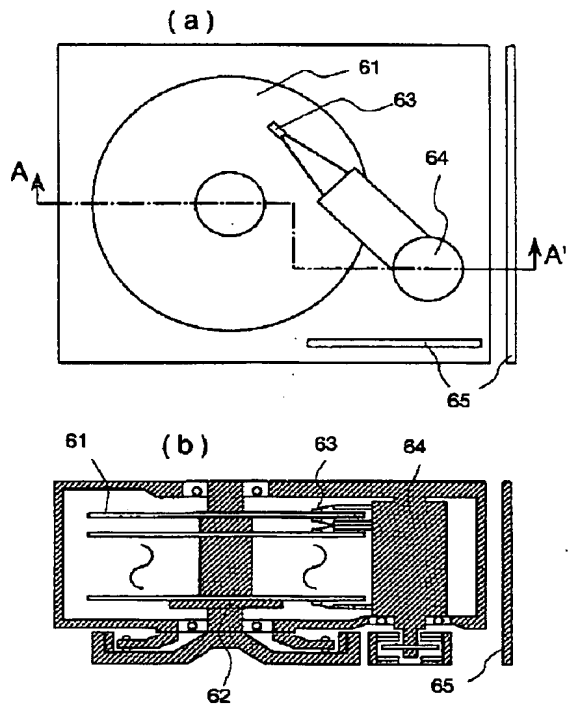
【図3】



【図5】

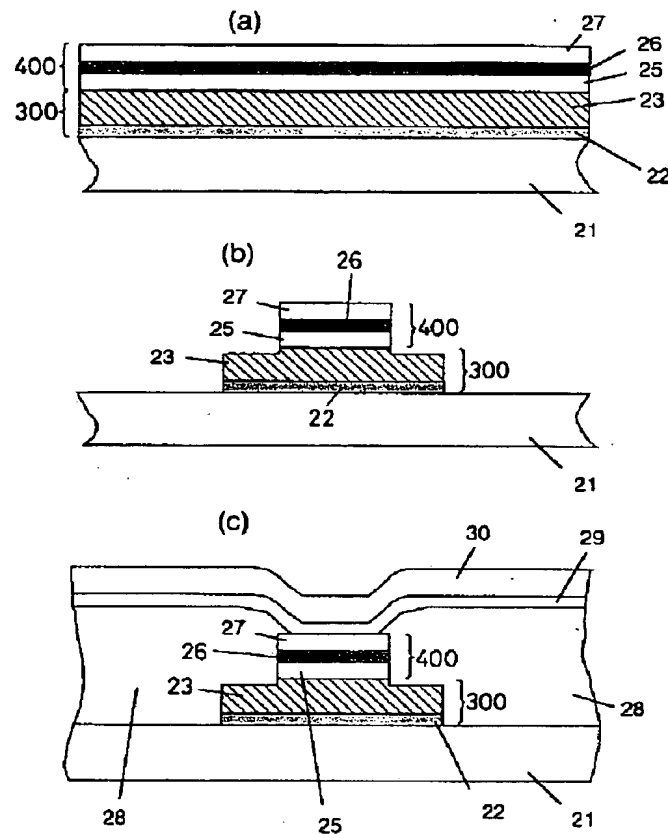


【図6】





【図2】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年2月15日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜と絶縁体とが形成され前記多層膜及び前記絶縁体の上に上部電極が形成されている磁気抵抗効果素子において、前記下部電極は周期律表のIVa金属及び／又はVa金属からなる層とAuあるいはCuからなる層を含む積層体であり、前記下部電極上の前記多層膜と絶縁体とは前記IVa金属及び／又はVa金属からなる層に接触していることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項2】 請求項1記載の磁気抵抗効果素子において、前記AuあるいはCuからなる層と基板との間に、前記基板との接着性を向上する金属層が設けられていることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項3】 請求項2記載の磁気抵抗効果素子において、前記基板との接着性を向上する金属層はCr層であ

ることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項記載の磁気抵抗効果素子において、前記多層膜は磁性層、絶縁層、磁性層の順に積層されている積層体を含むことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項5】 請求項1～3のいずれか1項記載の磁気抵抗効果素子において、前記多層膜は磁性層、絶縁層、磁性層、反強磁性層の順に積層されている積層体を含むことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項6】 請求項1～3のいずれか1項記載の磁気抵抗効果素子において、前記多層膜は磁性層、絶縁層中に磁性粒子を分散した層、磁性層の順に積層されている積層体を含むことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項7】 請求項1～6のいずれか1項記載の磁気抵抗効果素子を備えることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項8】 請求項1～6のいずれか1項記載の磁気抵抗効果素子と誘導型磁気ヘッドとを組み合わせたことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項9】 磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を回転駆動する磁気記録媒体駆動部と、磁気記録媒体に対して記録／再生を行う磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを前記

磁気記録媒体に対して相対的に駆動する磁気ヘッド駆動部と、前記磁気ヘッドの記録信号および再生信号を処理する記録再生信号処理系とを備える磁気記録再生装置において、前記磁気ヘッドとして請求項 7 又は 8 記載の磁気ヘッドを用いたことを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 10】電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜と絶縁体とが形成され前記多層膜及び絶縁体の上に上部電極が形成されている磁気抵抗効果素子の製造方法において、  
周期律表の IV a 金属及び／又は V a 金属からなる層とその上に形成された Au あるいは Cu からなる層を含む

積層体からなる電極を形成する第 1 ステップと、  
前記電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜を形成する第 2 ステップと、  
前記電極の IV a 金属及び／又は V a 金属からなる層を残して前記多層膜を所望の形状に加工する第 3 ステップと、  
前記電極上に絶縁体を形成する第 4 ステップと、  
前記多層膜及び絶縁体の上に上部電極を形成する第 5 ステップとを含むことを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造方法。

---

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 俊彦  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

各誌

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第 3 0 1 6 5 5 5 号

(P 3 0 1 6 5 5 5)

(24) 登録日 平成 11 年 12 月 24 日 (1999. 12. 24)

(45) 発行日 平成 12 年 3 月 6 日 (2000. 3. 6)

(51) Int. Cl. 7  
G 1 1 B 5/39  
5/02

識別記号

F I  
G 1 1 B 5/39  
5/02 W

請求項の数 1 0

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平 10-93382  
(22) 出願日 平成 10 年 4 月 6 日 (1998. 4. 6)  
(65) 公開番号 特開平 11-296821  
(43) 公開日 平成 11 年 10 月 29 日 (1999. 10. 29)  
審査請求日 平成 10 年 4 月 6 日 (1998. 4. 6)

(73) 特許権者 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地  
(72) 発明者 中谷 亮一  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地  
株式会社日立製作所 中央研究所内  
(72) 発明者 清水 昇  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地  
株式会社日立製作所 中央研究所内  
(72) 発明者 丸山 洋治  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地  
株式会社日立製作所 中央研究所内  
(74) 代理人 100091096  
弁理士 平木 祐輔

審査官 中村 豊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子、磁気ヘッド、磁気記録再生装置および磁気抵抗効果素子の製造方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下部電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜と絶縁体とが形成され前記多層膜及び前記絶縁体の上に上部電極が形成されている磁気抵抗効果素子において、前記下部電極は周期律表の IV a 金属及び／又は V a 金属からなる層と Au あるいは Cu からなる層とを含む積層体であり、前記下部電極上の前記多層膜と絶縁体とは前記 IV a 金属及び／又は V a 金属からなる層に接触していることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 2】 請求項 1 記載の磁気抵抗効果素子において、前記 Au あるいは Cu からなる層と基板との間に、前記基板との接着性を向上する金属層が設けられていることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 3】 請求項 2 記載の磁気抵抗効果素子において、前記基板との接着性を向上する金属層は Cr 層であ

2

ることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項記載の磁気抵抗効果素子において、前記多層膜は磁性層、絶縁層、磁性層の順に積層されている積層体を含むことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項記載の磁気抵抗効果素子において、前記多層膜は磁性層、絶縁層、磁性層、反強磁性層の順に積層されている積層体を含むことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

10 【請求項 6】 請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項記載の磁気抵抗効果素子において、前記多層膜は磁性層、絶縁層中に磁性粒子を分散した層、磁性層の順に積層されている積層体を含むことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項記載の磁気抵抗効果素子を備えることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 8】請求項 1～6 のいずれか 1 項記載の磁気抵抗効果素子と誘導型磁気ヘッドとを組み合わせたことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 9】磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を回転駆動する磁気記録媒体駆動部と、磁気記録媒体に対して記録／再生を行う磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを前記磁気記録媒体に対して相対的に駆動する磁気ヘッド駆動部と、前記磁気ヘッドの記録信号および再生信号を処理する記録再生信号処理系とを備える磁気記録再生装置において、前記磁気ヘッドとして請求項 7 又は 8 記載の磁気ヘッドを用いたことを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 10】電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜と絶縁体とが形成され前記多層膜及び絶縁体の上に上部電極が形成されている磁気抵抗効果素子の製造方法において、

周期律表の IVa 金属及び／又は Va 金属からなる層とその上に形成された Au あるいは Cu からなる層とを含む積層体からなる電極を形成する第 1 ステップと、前記電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜を形成する第 2 ステップと、

前記電極の IVa 金属及び／又は Va 金属からなる層を残して前記多層膜を所望の形状に加工する第 3 ステップと、

前記電極上に絶縁体を形成する第 4 ステップと、

前記多層膜及び絶縁体の上に上部電極を形成する第 5 ステップとを含むことを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高い感度を有する磁気抵抗効果素子、磁気ヘッド、磁気記録再生装置および磁気抵抗効果素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気記録の高密度化に伴い、将来の再生用磁気ヘッドとして、Julliere による Physics Letters, 54A 巻 (1975 年)、3 号、225 ページの "Tunneling between Ferromagnetic Films" に記載の磁気トンネリング現象を示す多層膜の磁気抵抗効果型ヘッドへの応用が検討されつつある。この多層膜は、磁性層、絶縁層、磁性層の順に積層されている積層体からなり、一方の磁性層から出て、絶縁層をトンネルした電子がもう一方の磁性層に入る時、2 層の磁性層の磁化の向きに依存したトンネル確率の変化を示す。このトンネル確率の変化が磁気抵抗効果として観測される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述のような磁気トンネリング現象を示す多層膜を磁気抵抗効果素子に用いるためには、2 層の磁性層にそれぞれ独立に電極を接触させる必要がある。このため、多層膜は電極上に形成される。多層膜の下に形成される電極を下部電極とする。多

層膜の上に形成される上部電極と、上記下部電極とが直接接触しないように、下部電極上の多層膜のない部分には酸化物からなる絶縁体を形成する。下部電極材料としては、電気抵抗率の低い Au、Cu が好ましい。しかし、下部電極材料として Au を用いると、絶縁体と Au との接着力が弱いため、Au からなる下部電極から絶縁体が剥離するという問題があった。また、下部電極材料として Cu を用いると、磁気抵抗効果素子を形成するフォトリソグラフィ工程においてレジスト材料と Cu が反応するという問題があった。

【0004】本発明は、電極上に磁気トンネリング現象を示す多層膜を形成するに当たっての問題点を検討する過程でなされたものであり、電極と絶縁体の剥離の問題、および電極とレジストの反応の問題を同時に解決して高性能の磁気抵抗効果素子、磁気ヘッド、磁気記録再生装置を得ることを目的とする。また、本発明は、高性能の磁気抵抗効果素子の製造方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、電極上に磁気トンネリング現象を示す多層膜を形成した磁気抵抗効果素子について鋭意研究を重ねた結果、下部電極を周期律表の IVa、Va 金属からなる層と Au あるいは Cu からなる層の積層体とし、上記 IVa、Va 金属層を多層膜に接触させる構造を採用することで、下部電極と絶縁体との剥離を防ぐとともに下部電極とレジストとの反応を防ぐことができることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0006】すなわち、本発明は、電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜が形成されている磁気抵抗効果素子において、電極は周期律表の IVa、Va 金属からなる層と Au あるいは Cu からなる層とを含む積層体であり、IVa、Va 金属層は多層膜に接触していることを特徴とする。IVa、Va 金属からなる層は、IVa 金属 (Ti, Zr, Hf) の単独層あるいは Va 金属 (V, Nb, Ta) の単独層であってもよいし、IVa 金属と Va 金属との相互の合金であってもよい。

【0007】また、本発明は、下部電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜と絶縁体とが形成されている磁気抵抗効果素子において、下部電極は周期律表の IVa、Va 金属からなる層と Au あるいは Cu からなる層とを含む積層体であり、多層膜および絶縁体の上に上部電極が形成され、下部電極上の多層膜と絶縁体とは IVa、Va 金属層に接触していることを特徴とする。

【0008】Au あるいは Cu からなる層と基板との間には、Cr 層、Ti 層、Mo 層など、基板との接着性を向上する金属層が設けられていることが好ましい。多層膜は、磁気トンネリング効果によって磁気抵抗効果を示す多層膜とすることができる。具体的には、磁性層、絶縁層、磁性層の順に積層されている積層体を含む多層

膜、磁性層、絶縁層、磁性層、反強磁性層の順に積層されている積層体を含む多層膜、あるいは磁性層、絶縁層中に磁性粒子を分散した層、磁性層の順に積層されている積層体を含む多層膜を用いることができる。

【0009】本発明による磁気抵抗効果素子は磁気記録再生装置用の磁気ヘッドに用いるのに好適であり、特に誘導型磁気ヘッドとを組み合わせる複合型ヘッドを構成するのに好適である。すなわち、本発明による磁気記録再生装置は、磁気記録媒体と、磁気記録媒体を回転駆動する磁気記録媒体駆動部と、磁気記録媒体に対して記録／再生を行う磁気ヘッドと、磁気ヘッドを磁気記録媒体に対して相対的に駆動する磁気ヘッド駆動部と、磁気ヘッドの記録信号および再生信号を処理する記録再生信号処理系とを備える磁気記録再生装置において、磁気ヘッドとして本発明による磁気抵抗効果素子を組み込んだ前述の磁気ヘッドを用いたことを特徴とする。

【0010】更に、本発明は、電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜と絶縁体とが形成されている磁気抵抗効果素子の製造方法において、周期律表のIVa、Va金属からなる層とその上に形成されたAuあるいはCuからなる層を含む積層体からなる電極を形成する第1ステップと、電極上に磁気抵抗効果を示す多層膜を形成する第2ステップと、電極のIVa、Va金属層を残して多層膜を所望の形状に加工する第3ステップと、電極上に絶縁体を形成する第4ステップとを含むことを特徴とする。

【0011】以上のように、本発明では、下部電極を周期律表のIVa、Va金属からなる層とAuあるいはCuからなる層とを含む積層体とする。この下部電極の表面は、周期律表のIVa、Va金属からなる層で被われていることになる。この下部電極の上に磁気抵抗効果を示す多層膜を形成し、フォトリソグラフィ工程により多層膜および下部電極を加工する。この際、下部電極におけるIVa、Va金属層を完全には除去せず、下部電極がIVa、Va金属層に被われている状態を保つ。この上に絶縁体を形成すると、絶縁体はIVa、Va金属層と接触することになる。従って、電極の一部にAu層を用いた場合にも電極と絶縁体の剥離は生じなくなる。また、電極の一部にCu層を用いた場合においても、Cu層とレジストとの反応を防ぐことができる。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【実施例1】図1は、本発明による磁気抵抗効果素子の製造工程を説明する略断面図である。図1(a)は下部電極および磁気抵抗効果を示す多層膜の形成工程を、図1(b)は多層膜および下部電極の加工工程を、図1(c)は絶縁体および上部電極の形成工程を示す。

【0013】まず、図1(a)に示すように、基板11上に、接着性向上層12、第1金属層13、第2金属層14の順に下部電極100の材料層を形成し、更にその

上に、磁性層15、絶縁層16、磁性層17の順に成膜して多層膜200を形成した。基板11には、Si(100)単結晶、接着性向上層12には厚さ5nmのCr層、第1金属層13には厚さ70nmのAu層を用い、第2金属層14には厚さ25nmのZr層を用いた。また、磁性層15として厚さ7nmのNi-20at%Fe合金層、絶縁層16として厚さ1.5nmのZrO<sub>2</sub>層、磁性層17として厚さ12nmのCo-20at%Pt層を用いた。これらの層の形成にはイオンビームスパッタリング装置を用いた。

【0014】次に、図1(b)に示すように、フォトリソグラフィ工程により、多層膜200および下部電極100を加工した。多層膜200の加工の際には、第2金属層14を残し、下部電極100の表面は全てZr層14で被われている状態を保った。さらに、図1(c)に示すように、リフトオフ法により、多層膜200の部分のみ穴のあいたSiO<sub>2</sub>からなる絶縁体18を形成し、さらに接着性向上層19、第3金属層20を形成した。本実施例では、接着性向上層19として厚さ5nmのCr層、第3金属層20として厚さ70nmのAu層を用いた。続いて、フォトリソグラフィ工程により、接着性向上層19、第3金属層20を上部電極形状に加工した。

【0015】上述の工程により作製した磁気抵抗効果素子では、下部電極100と絶縁体18の剥離は生じなかった。これは、絶縁体18と接する下部電極100の表面が全てZr層14で被われているためである。この磁気抵抗効果素子の磁気抵抗変化率は、20%であった。また、第1金属層13として厚さ70nmのCu層を用いた場合にも、Cu層とレジストとの反応を防ぐことができ、20%の磁気抵抗変化率を示す磁気抵抗効果素子を得ることができた。更に、第2金属層14として、他のIVa、Va金属層を用いた場合にも、上述の結果と同様の結果が得られた。

【0016】本発明では、第2金属層14として、IVa、Va金属からなる層を用いた。これは、IVa、Va金属層上にNi-Fe層のような面心立方構造を有する軟磁性層を形成すると、軟磁性層が強い(111)配向となり、優れた軟磁気特性を示すためである。本実施例では、磁気抵抗効果を示す多層膜として、磁性層／絶縁層／磁性層の構造を有する材料を用いたが、本発明は他の多層膜に対しても同様の効果を生じる。本発明を適用することのできる他の多層膜の代表的な例を図3および図4に示す。

【0017】図3に示されている多層膜は、磁性層31、絶縁層32、磁性層33、反強磁性層34の順に積層されている多層膜である。図3の多層膜において、磁性層31、33として厚さ10nmのNi-Fe系合金を用い、反強磁性層34として厚さ15nmのMn-Ir合金などのMn系合金を用いる場合には、絶縁層32

を基板側の磁性層31に接する第1の絶縁層と他方の磁性層33に接する厚さ0.5~1.0nmの第2の絶縁層との積層構造とし、第2の絶縁層をNiO、CoO、TiO<sub>2</sub>など3d遷移金属の酸化物とするのが高い磁気抵抗変化率を達成する上で効果的である。絶縁層をこのような2層構造とすることにより、Mn系合金層が面心立方構造を有して室温で反強磁性を示すようになるからである。第1の絶縁層としては、厚さ0.5~1.0nmのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>などを用いることができる。

【0018】図4に示す多層膜は、磁性層41、絶縁層中に磁性粒子を分散した層42、磁性層43の順に積層した多層膜である。磁性層41、43は例えば厚さ10nmのNi-Fe系合金、Co-Fe系合金とすることができ、層42の絶縁層は例えばSiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>とすることができる。絶縁層中に分散させる磁性粒子は、例えば直径5~10nmのCoやCo系合金とすることができる。一つの具体例をあげると、磁性層41、43として、膜厚10nmのNi-20at%Fe合金を用いた。また、絶縁層中に磁性粒子を分散させた層42としては、SiO<sub>2</sub>中にCo-20at%Ptからなる磁性粒子が分散した層を用いた。層42は、SiO<sub>2</sub>板にCoチップとPtチップを貼り付けたターゲットを用いて、イオンビームスパッタリングにより形成した。磁性粒子の直径は5~10nm、層42の膜厚は15nmである。

【0019】磁性層41、43の磁化方向は媒体からの漏洩磁界に追従して変化するが、絶縁層中に分散させた磁性粒子の巨視的な磁化状態は変化しない。そして、磁性層41、43の磁化の向きが、絶縁層中に磁性粒子を分散させた層42の巨視的な磁化の向きと平行になったとき多層膜の電気抵抗率は極小になり、磁性層41、43の磁化の向きが、絶縁層中に磁性粒子を分散させた層42の巨視的な磁化の向きと反平行になったとき多層膜の電気抵抗率は極大になる。

【比較例】上述の本発明に対し、比較例の磁気抵抗効果素子を作製した。図2は、この比較例の磁気抵抗効果素子の製造工程を説明する略断面図である。図2(a)は下部電極および磁気抵抗効果を示す多層膜の形成工程を、図1(b)は多層膜および下部電極の加工工程を、図1(c)は絶縁体および上部電極の形成工程を示す。

【0020】この比較例では、図2(a)に示すように、基板21上に、接着性向上層22、第1金属層23の順に下部電極300の材料層を形成し、さらに、磁性層25、絶縁層26、磁性層27の順に成膜して多層膜400を形成した。基板21にはSi(100)単結晶を、接着性向上層22には厚さ5nmのCr層を、第1金属層23には厚さ70nmのAu層を用いた。また、磁性層25として厚さ7nmのNi-20at%Fe合金層を、絶縁層26として厚さ1.5nmのZrO<sub>2</sub>層を、磁性層27として厚さ12nmのCo-20at%

Pt層を用いた。これらの層の形成にはイオンビームスパッタリング装置を用いた。

【0021】次に、図2(b)に示すように、フォトリソグラフィ工程により、多層膜400および下部電極300を所定形状に加工した。また、更に、図2(c)に示すように、リフトオフ法により、多層膜400の部分のみ穴のあいたSiO<sub>2</sub>からなる絶縁体28を形成し、さらに接着性向上層29、第3金属層30を形成した。本比較例では、接着性向上層29として厚さ5nmのCr層を、第3金属層30として厚さ70nmのAu層を用いた。その後、フォトリソグラフィ工程により、接着性向上層29、第3金属層30を上部電極形状に加工した。

【0022】上述の工程により作製した磁気抵抗効果素子では、下部電極300と絶縁体28の剥離が生じ、このため、磁気抵抗変化率の測定を行うことができなかった。剥離の原因は、Au層23の上に絶縁体28を形成したためである。また、第1金属層23に、厚さ70nmのCu層を用いた場合には、Cu層とレジストとの反応が生じた。この反応のため、下部電極の電気抵抗率が増加し、磁気抵抗効果素子の磁気抵抗変化率は17%に低下した。

【実施例2】実施例1で述べた本発明による磁気抵抗効果素子を用い、磁気ヘッドを作製した。この場合、図1における絶縁体18の穴は、5μm×5μmの正方形である。磁気ヘッドの構造を以下に示す。図5は、記録再生分離型ヘッドの一部分を切断した場合の斜視図である。磁気抵抗効果素子51をシールド層52、53で挟んだ部分が再生ヘッドとして働き、コイル54を挟む下部磁極55、上部磁極56の部分が記録ヘッドとして働く。

【0023】以下に、この磁気ヘッドの作製方法を説明する。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiCを主成分とする焼結体をスライド用の基板57とした。シールド層、記録磁極にはスパッタリング法で形成したNi-Fe合金を用いた。上下のシールド層52、53の厚さは1.0μm、下部磁極55、上部磁極56の厚さは3.0μmとした。各層間のギャップ材としてはスパッタリングで形成したAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用いた。ギャップ層の膜厚は、シールド層と磁気抵抗効果素子間で0.2μm、記録磁極間では0.4μmとした。さらに再生ヘッドと記録ヘッドの間隔は約4μmとし、このギャップもAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で形成した。コイル54には膜厚3μmのCuを使用した。

【0024】上記磁気ヘッドを用いて磁気記録再生装置を作製した。装置の構造を図6に示す。この磁気記録再生装置は、図6(a)に概略平面図を、図6(b)にそのAA'断面図を示すように、磁気記録媒体駆動部62により回転駆動される磁気記録媒体61、磁気ヘッド駆動部64により保持されて磁気記録媒体61に対して記録および再生を行う磁気ヘッド63、磁気ヘッド63の

記録信号および再生信号を処理する記録再生信号処理系65を備える周知の構成の装置である。磁気記録媒体61には、残留磁束密度0.75TのCo-Ni-Pt-Ta系合金からなる材料を用いた。磁気ヘッド63のトラック幅は5 $\mu$ mとした。

【0025】本発明の構造の磁気抵抗効果素子を用いた磁気記録再生装置では、高い出力の再生信号が観測された。これに対し、比較例の磁気抵抗効果素子は、低い磁気抵抗変化率を示すため、再生出力が低い、あるいは絶縁体と電極との剥離により磁気記録再生装置を構成できなかった。

#### 【0026】

【発明の効果】本発明によると、磁気トンネリング現象を示す多層膜を磁気抵抗効果素子に用いる時、下部電極を周期律表のIVa、Va金属からなる層とAuあるいはCuからなる層を含む積層体とし、IVa、Va金属層を多層膜に接触させることにより、下部電極と絶縁体との剥離および、下部電極とレジストとの反応を防ぐことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気抵抗効果素子の製造工程を示す略断面図。

【図2】比較例の磁気抵抗効果素子の製造工程を示す略断面図。

【図3】本発明の磁気抵抗効果素子に用いることのできる他の多層膜の断面模式図。

【図4】本発明の磁気抵抗効果素子に用いることのできる他の多層膜の断面模式図。

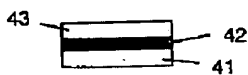
【図5】磁気ヘッドの構造を示す斜視図。

【図6】磁気記録再生装置の構造を示す概略図。

#### 【符号の説明】

- 11, 21…基板
- 12, 19, 22, 29…接着性向上層
- 13, 23…第1金属層
- 14…第2金属層
- 15, 17, 25, 27, 31, 33, 41, 43…磁性層
- 16, 26, 32…絶縁層
- 18, 28…絶縁体
- 20, 30…第3金属層
- 34…反強磁性層
- 42…絶縁層中に磁性粒子を分散した層
- 51…磁気抵抗効果素子
- 52, 53…シールド層
- 54…コイル
- 55…下部磁極
- 56…上部磁極
- 57…基板
- 61…磁気記録媒体
- 62…磁気記録媒体駆動部
- 63…磁気ヘッド
- 64…磁気ヘッド駆動部
- 65…記録再生信号処理系
- 100, 300…下部電極
- 200, 400…多層膜

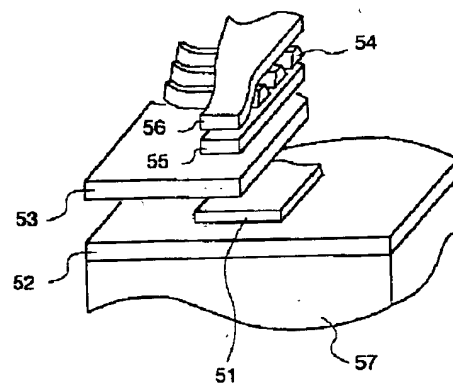
【図4】



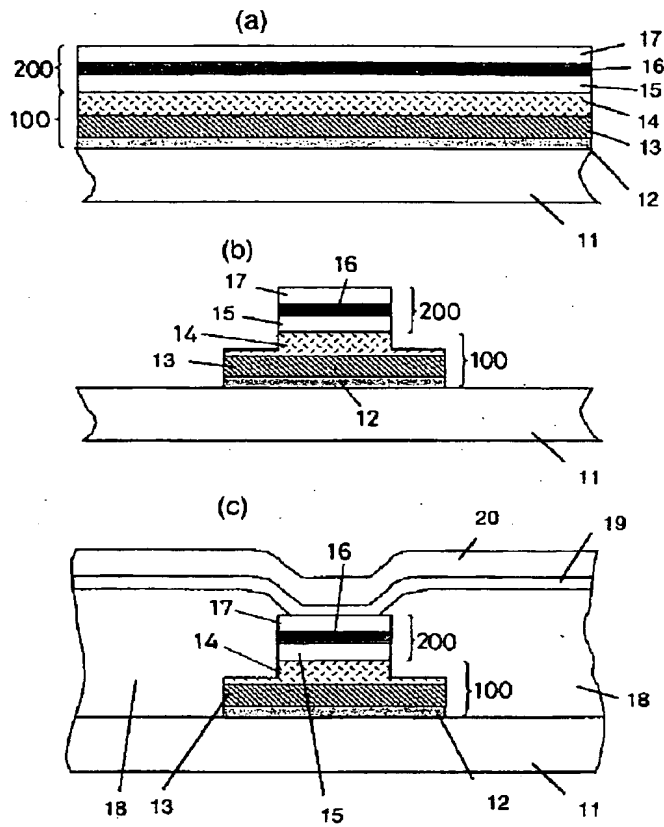
【図3】



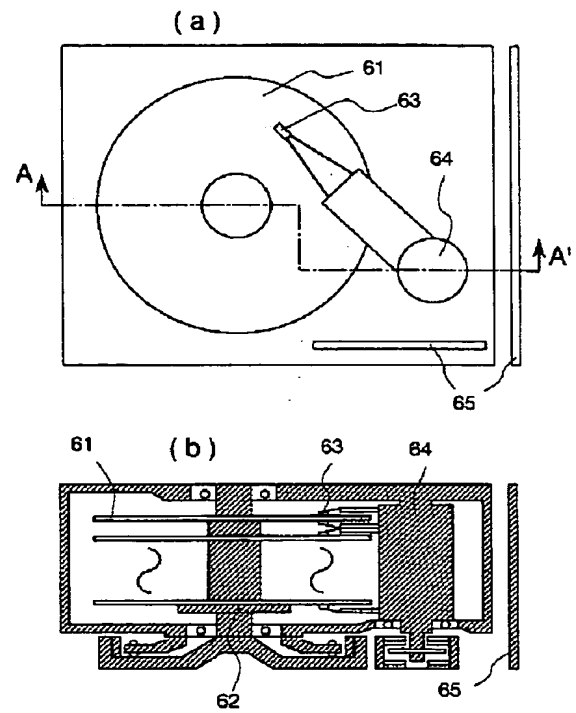
【図5】



【図 1】

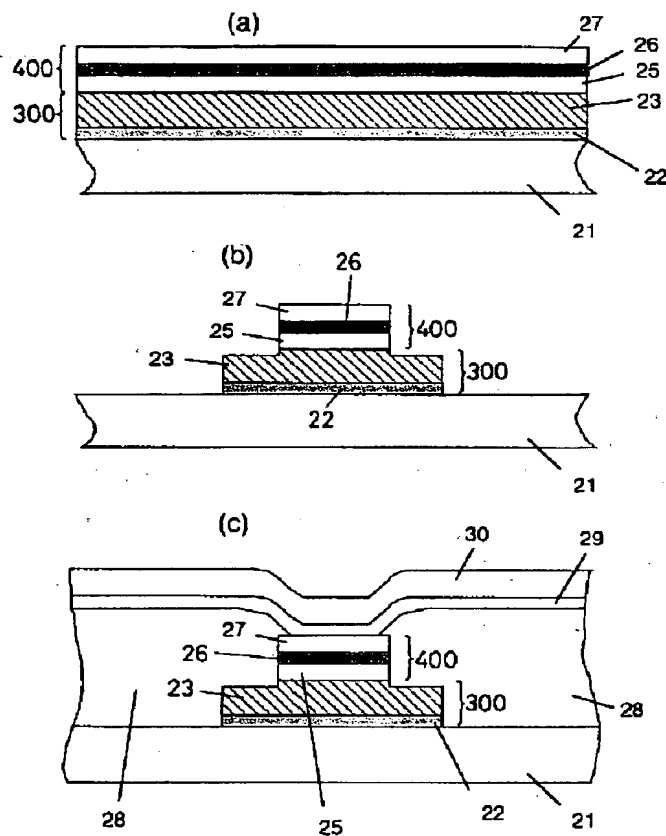


【図 6】





【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 俊彦  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社 日立製作所 中央研究所内

(56)参考文献 特開 平4-103013 (J P, A)  
特開 平4-103014 (J P, A)  
特開 昭57-126187 (J P, A)  
特開 平7-287816 (J P, A)  
特開 平8-17631 (J P, A)  
特開 平9-246623 (J P, A)  
特開 平5-120639 (J P, A)  
特開 平9-49059 (J P, A)  
特開 平6-97534 (J P, A)

(58)調査した分野(Int. Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G11B 5/39  
G11B 5/02

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**